

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. August 2005 (18.08.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/075064 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B01J 8/06**, 19/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/001116

(22) Internationales Anmeldedatum:
4. Februar 2005 (04.02.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 005 863.6 5. Februar 2004 (05.02.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **STOCKHAUSEN GMBH** [DE/DE]; Bäckerpfad 25,
47805 Krefeld (DE). **MOSLER, Jürgen** [DE/DE]; Brüs-
seler Strasse 20, 44577 Castrop-Rauxel (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BALDUF, Torsten**
[DE/US]; 818 Island Meadow Ct., Houston, TX
77062-2133 (US). **THONG YU-CHIANG, Dennis**
[MY/DE]; J.-Brahms-Strasse 63, 45772 Marl (DE).
LEISTNER, Jörg [DE/DE]; Keilhastrasse 27, 44225
Dortmund (DE). **NORDHOFF, Stefan** [DE/DE];
Beisinger Weg 93, 45657 Recklinghausen (DE). **FRICKE,**
Michael, Bernd [DE/DE]; Rauschbeer Strasse 29, 48712
Gescher (DE). **BECKER, Oliver** [DE/DE]; Alte Str. 63,
45772 Marl (DE).

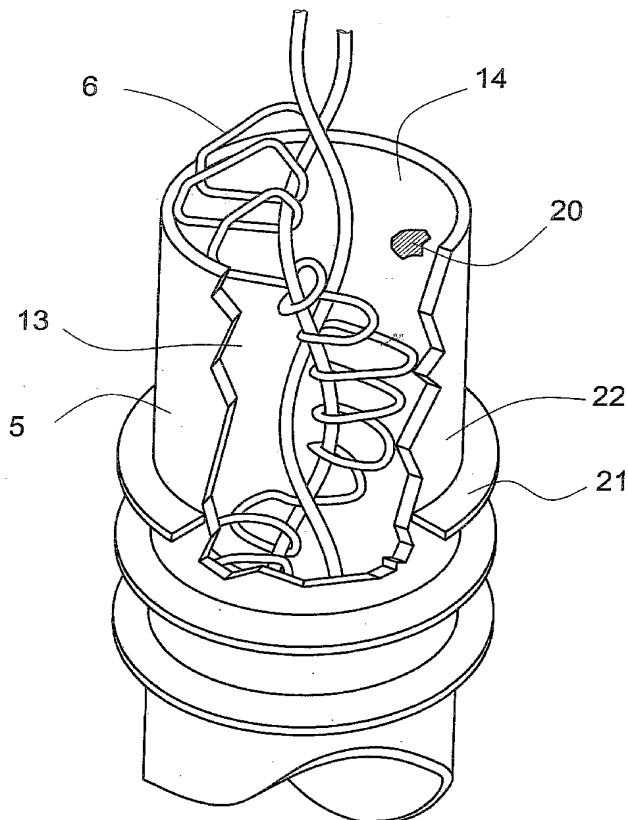
(74) Anwalt: **HERZOG, Martin**; Patentanwälte Kahlhöfer
Neumann Herzog Fiesser Karlstrasse 76, 40210 Düssel-
dorf (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: REACTOR COMPRISING A HEAT EXCHANGING REGION PROVIDED WITH AN INSERT

(54) Bezeichnung: REAKTOR MIT EINEM EINEN EINSATZ AUFWEISENDEN WÄRMETAUSCHERBEREICH



(57) Abstract: The invention relates to a reactor comprising a reaction region provided with at least one solid catalyst, and a coolable heat exchanging region provided with at least one housing (5) which at least partially receives an insert (6) consisting of a plurality of elements, said two regions being interconnected in a fluid-guiding manner. The invention also relates to a method for oxidising a hydrocarbon using a reactor, an oxidised hydrocarbon product that can be obtained from said method, chemical products such as fibres, films, moulded bodies and the like, based on said oxidised hydrocarbon product, and to the use of said oxidised hydrocarbon product in such chemical products.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Reaktor mit einander fluidleitend verbunden mindestens aufweisend: einen Reaktionsbereich, wobei der Reaktionsbereich mindestens einen Feststoffkatalysator aufweist; einen kühlbaren Wärmetauscherbereich, wobei der Wärmeaustauscherbereich mindestens ein Gehäuse (5) aufweist, wobei das Gehäuse mindestens teilweise einen Einsatz (6) aufnimmt, wobei der Einsatz eine Mehrzahl von Elementen aufweist, ein Verfahren zur Oxidation eines Kohlenwasserstoffs unter Einsatz des Reaktors, ein oxidiertes Kohlenwasserstoff-Produkt erhältlich aus diesem Verfahren, chemische Produkte wie Fasern, Folien, Formkörper und dergleichen basierend auf diesem oxidierten Kohlenwasserstoff-Produkt sowie die Verwendung dieses oxidierten Kohlenwasserstoff-Produkts in derartigen chemischen Produkten.

WO 2005/075064 A1



AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Reaktor mit einem einen Einsatz aufweisenden Wärmetauscherbereich

- 5 Die Erfindung betrifft einen Reaktor, ein Verfahren zur Oxidation eines Kohlenwasserstoffs unter Einsatz des Reaktors, ein oxidiertes Kohlenwasserstoff-Produkt erhältlich aus diesem Verfahren, chemische Produkte wie Fasern, Folien, Formkörper und dergleichen basierend auf diesem oxidierten Kohlenwasserstoff-Produkt sowie die Verwendung dieses oxidierten Kohlenwasserstoff-Produkts in
10 derartigen chemischen Produkten.

Aus dem Stand der Technik sind eine Reihe von heterogenen Gasphasenreaktionen, insbesondere Gasphasenoxidationen, bekannt, bei denen aus Edukten in einer, zwei oder mehr Stufen das gewünschte Reaktionsprodukt erhalten wird.

15

- Bei Gasphasenreaktionen, insbesondere bei einstufig durchgeführten Gasphasenreaktionen, ist oftmals zu beobachten, dass das aus dem Reaktionsbereich austretende Produktgas mit einem flüssigen Medium in einer sogenannten Quencheinrichtung in Kontakt gebracht wird. Auf der Strecke zwischen der Reaktionseinheit
20 und der Quencheinrichtung kann es zu unerwünschten weiteren Reaktionen kommen, die zu einer Erhöhung der Verunreinigungen und damit in der Regel zu einer Ausbeuteminderung und höherem Aufreinigungsaufwand führen. Diese auf dieser Strecke auftretenden Reaktionen werden besonders durch zu hohe Temperaturen des aus dem Reaktionsbereich austretendem Produktgases gefördert. Daher ist es
25 denkbar, zwischen Reaktionsbereich und Quencheinheit einen Wärmetauscherbereich vorzusehen, in dem das aus dem Reaktionsbereich austretende Produktgas abgekühlt werden kann.

- Aus ökonomischen Gesichtspunkten ist es bevorzugt, vorgenannte zwei oder
30 mehrstufigen Reaktionen möglichst ohne aufwändige Aufarbeitung der Zwischenprodukte der einzelnen Reaktionen durchzuführen. Bei einer derartigen Re-

aktionsführung muss jedoch sichergestellt sein, dass die aus den einzelnen Reaktionsschritten erhaltenen Produkte in möglichst unveränderter Form dem nächsten Reaktionsschritt zugeführt werden. Ein Beispiel für eine derartige mehrstufige Reaktion ist die Synthese von Acrylsäure, die üblicherweise durch einen heterogen katalysierten Gasphasenoxidationsprozess von Propylen mit Sauerstoff an einem im festen Aggregatzustand befindlichen Katalysator bei Temperaturen zwischen 200 und 450°C abläuft. In einer ersten Stufe wird Propylen mit Sauerstoff zu Acrolein bei einer Temperatur im Bereich von 300 bis 450°C umgesetzt. Das aus diesem Reaktionsbereich erhaltene Acrolein wird anschließend in einem weiteren Reaktionsbereich in Gegenwart von Sauerstoff zu Acrylsäure oxidiert. Es besteht jedoch die Gefahr, dass das in dem ersten Reaktionsbereich erhaltene Acrolein spontan verbrennt oder dass es zu einer Weiterreaktion des Acroleins zu Wasser und Kohlenstoff kommt. Bei beiden unerwünschten Reaktionen können den Betrieb des Reaktors störende Rußablagerungen entstehen. Zudem kann die Desublimation von hochsiedenden Nebenprodukten wie Maleinsäureanhydrid (MSA), Phthalsäureanhydrid (PHTA) zur Bildung von Ablagerungen führen. Um dieses zu verhindern, wird das aus dem ersten Reaktionsbereich austretende Acrolein beinhaltende Gasgemisch in einem kühlbaren Wärmetauscherbereich abgekühlt. Um die unerwünschten Weiterreaktionen des Acroleins möglichst umfassend zu vermeiden, muss die Abkühlung auf weniger als 280°C so schnell wie möglich erfolgen. Es ist weiterhin möglich, dass sich an den letzten Reaktionsbereich der zwei oder mehrstufig geführten Reaktionen ebenso wie nach dem Reaktionsbereich der einstufigen Reaktion ein kühlbarer Wärmetauscherbereich anschließt, auf den eine Quencheinrichtung folgt.

25

Um die Funktion des Wärmetauscherbereichs für den großtechnischen Einsatz zu optimieren, sind als Strömungshindernisse in dem Wärmetauscherbereich verschiedene in Einzelementen vorliegende Füllmaterialien wie Kugeln, Ringe, Bruchstücke, Draht, Fasern, Bänder und dergleichen, insbesondere Raschigringe, empfohlen und zur Verbesserung des Wärmeübergangs offenbart.

30

Diese Füllmaterialien sind jedoch nachteilhaft, da sie zum einen zu erheblichen Druckverlusten führen und weiterhin eine schnelle Ablagerung, unter anderem von Verbrennungsrückständen - nachfolgend Verkohlungen genannt, beim großtechnischen Betrieb zu beobachten ist. Diese Verkohlungen nimmt bei vielen Füllmaterialien bei eigentlich erwünschter hoher Wärmeableitung in nachteilhafter Weise zu.

Durch die Verkohlungen der Füllmaterialien im Wärmeaustauscherbereich und des Wärmeaustauscherbereichs als solchen muss der Betrieb des Reaktors häufig zu Reinigungszwecken unterbrochen werden. Dieses ist aufgrund der Tatsache, dass der Reaktor in der Regel zeitaufwändig heruntergefahren und nach dem Stillstand, in dem die Reinigung erfolgt, wieder aufwändig hochgefahren werden muss, unerwünscht. Die daraus entstehenden umfangreichen Stillstandszeiten sind wirtschaftlich sehr nachteilig.

Allgemein liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die sich aus dem Stand der Technik ergebenden Nachteile abzumildern oder gar zu überwinden.

Insbesondere liegt eine erfindungsgemäße Aufgabe darin, das Verkohlen von Wärmetauscherbereichen bzw. in diesen Wärmetauscherbereichen vorgesehenen Füllmaterialien zu verringern.

Eine weitere erfindungsgemäße Aufgabe liegt darin, die Stillstandszeiten von Reaktoren zu verringern.

Zudem liegt eine erfindungsgemäße Aufgabe darin, neben einer verringerten Verkohlungsneigung von Wärmetauscherbereichen bzw. der darin eingesetzten Füllmaterialien eine möglichst hohe Wärmeabfuhr dieser Wärmeaustauscherbereiche zu erreichen.

Außerdem liegt eine erfindungsgemäße Aufgabe darin, die Bildung von unerwünschten Nebenprodukten und Folgereaktionen bei Gasphasenreaktionen zu vermindern, um so die Ausbeute zu steigern.

- 5 Nach einer anderen erfindungsgemäßen Aufgabe gilt es, den Reinigungsvorgang des Wärmetauscherbereichs bzw. der in den Wärmetauscherbereich befindlichen Füllmaterialien zu erleichtern.

- 10 Des weiteren liegt eine erfindungsgemäße Aufgabe darin, Gasphasenreaktionsprodukte von höherer Reinheit und hoher Ausbeute zur Verfügung zu stellen, um so den nach der Reaktion erfolgenden Aufreinigungsaufwand zu verringern.

- 15 Eine erfindungsgemäße Aufgabe liegt auch darin, die Bildung von Ablagerungen aus Nebenprodukten der Reaktion wie MSA oder PTHA bei der Synthese von Acrylsäure zu verringern.

Zudem besteht eine erfindungsgemäße Aufgabe darin, einen guten Wärmeübergang bei geringer Verkohlung mit einer geringen Materialmenge zu erzielen.

- 20 Vorliegend werden die erfindungsgemäßen Aufgaben durch die hierin beschriebene Erfindung, insbesondere durch die Haupt- und Nebenansprüche, gelöst, wobei die Unteransprüche bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung darstellen.

- 25 So betrifft die Erfindung einen Reaktor mit einander fluidleitend verbunden mindestens aufweisend:

- einen Reaktionsbereich,
wobei der Reaktionsbereich mindestens einen Feststoffkatalysator aufweist;
- 30 - einen kühlbaren Wärmetauscherbereich,
wobei der Wärmeaustauscherbereich mindestens ein Gehäuse aufweist,

wobei das Gehäuse mindestens teilweise einen Einsatz aufnimmt,

wobei der Einsatz eine Mehrzahl von Elementen aufweist.

5

Als erfindungsgemäße Reaktoren kommen alle dem Fachmann bekannten Reaktoren in Betracht, die bei der Gasphasenreaktion, insbesondere bei der heterogenen Gasphasenreaktion, Einsatz finden. Hierbei handelt es sich in aller Regel um Edelstahlreaktoren, oder Schwarzstahl wie Rohrbündelreaktoren, Plattenreaktoren und dergleichen. Unter „fluidleitend leitend“ wird erfindungsgemäß verstanden, dass mindestens Gase transportiert werden können, wie es beispielsweise durch Rohrleitungen ermöglicht wird.

Der vorzugsweise temperierbare Reaktionsbereich weist mindestens einen Feststoffkatalysator auf. Hierbei kann es sich zum einen um einen Pulverkatalysator handeln, der als Pellets geträgert oder ungeträgert als Vollkontakt vorliegt. Gemäß einer anderen Ausführungsform kann der Reaktionsbereich auch mit dem Feststoffkatalysator an seinen Wänden beschichtet sein. Der räumlichen Ausgestaltung des Reaktionsbereichs sind keinerlei Grenzen gesetzt, sie richtet sich nach der jeweiligen Reaktionsführung. So kann der Reaktionsbereich zum einen röhrenförmig oder in Form von parallel zueinander angeordneten Platten vorliegen. Eine besondere Form der parallel zueinander vorliegenden Platten stellen sogenannte „Thermobleche“ dar. Hierbei handelt es sich um Platten, die abschnittsweise miteinander verbunden sind und auf diese Weise eine kissenartige Hohlraumstruktur ergeben. Derartige Reaktoren sind in DE 101 08 380 A1 für Katalysator-beschichtete Thermobleche und in DE 100 19 381 A1 für mit Pulverkatalysator versehene Thermobleche so detailliert beschrieben, dass auf diese Offenbarung als Teil dieses Textes Bezug genommen wird.

30 Eine andere Gruppe von Reaktoren weist als Reaktionsbereich zwischen zwei Wänden schlitzzartig ausgestaltete Reaktionsbereiche auf. Derartige Reaktoren, auch als „Schlitzreaktoren“ bezeichnet, sind beispielsweise in WO 02/18042 A1

beschrieben, wobei auf diese Offenbarung ebenso als Teil dieses Textes Bezug genommen wird.

Der sich an den Reaktionsbereich anschließende kühlbare Wärmetauscherbereich weist mindestens ein Gehäuse auf, das sich vorzugsweise direkt an den Reaktionsbereich anschließt. Derartige Gehäuse können alle dem Fachmann bekannten und für die Zwecke des Wärmetausches geeigneten Formen aufweisen. Unter dieser Formenvielfalt sind zum einen Röhrenformen und zum anderen zwei im wesentlichen parallel zueinander verlaufende plattenaufweisende Gehäuse bevorzugt. Die röhrenförmigen Gehäuse werden vorzugsweise bei Reaktoren eingesetzt, deren Reaktionsbereich Röhren aufweist. Besonders bevorzugt werden die Katalysator aufweisenden Röhren des Reaktionsbereichs, vorzugsweise unter Beibehaltung des gleichen Durchchnitts, verlängert und der Katalysator durch eine oder mehrere Einsätze in der so verlängerten Röhre ersetzt.

Für den Fall, dass eine zwar im wesentlichen parallel zueinander verlaufende Wände aufweisende Konstruktion bevorzugt ist, kann diese Gehäuse, vergleichbar mit dem Reaktionsbereich, ähnlich wie die dort definierten Thermobleche oder Schlitzreaktoren aufweisen, wobei diese keinen Katalysator sondern ein oder mehrere Einsätze aufweisen. Weiterhin ist es bevorzugt, dass der Innenraum des Gehäuses, insbesondere der Bereich des Innenraums des Gehäuses, der den Einsatz aufnimmt, möglichst biegungs- oder gar winkelfrei und bevorzugt möglichst gerade ausgebildet ist. So lässt sich der Einsatz möglichst einfach aus dem Gehäuse entfernen.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung weist der Einsatz mindestens eine der folgenden, vorzugsweise alle, nach den hierin beschriebenen Testverfahren bestimmten Eigenschaften auf:

(A) einen Wärmedruckquotienten Λ_1 bei einer Leerrohrgeschwindigkeit v von 0,485 m/s von größer 1,11, vorzugsweise größer 10 und beson-

ders bevorzugt mindestens 50 sowie darüber hinaus bevorzugt mindestens $70 \text{ W/m}^2/\text{K}/(\text{mbar/m})$;

(B) einen Wärmedruckquotienten Λ_2 bei einer Leerrohrgeschwindigkeit v von $0,728 \text{ m/s}$ von größer 1,53, vorzugsweise größer 2, darüber hinaus
5 bevorzugt größer 12 und besonders bevorzugt mindestens 60 sowie darüber hinaus bevorzugt mindestens $90 \text{ W/m}^2/\text{K}/(\text{mbar/m})$;

(C) einen Wärmedruckquotienten Λ_3 bei einer Leerrohrgeschwindigkeit v von $0,970 \text{ m/s}$ von größer 1,81, vorzugsweise größer 3,33, darüber
10 hinaus bevorzugt größer 14 und besonders bevorzugt mindestens 70 sowie darüber hinaus bevorzugt mindestens $110 \text{ W/m}^2/\text{K}/(\text{mbar/m})$.

Jede der einzelnen Eigenschaften A, B oder C stellt für sich eine bevorzugte erfindungsgemäße Ausführungsform dar. Weitere erfindungsgemäß bevorzugte Ausführungsformen ergeben sich aus Eigenschaftskombinationen, die den nachfolgenden Buchstabenkombinationen folgen: AB, AC, BC, AC oder ABC. In einer Ausgestaltung der Erfindung kann es bevorzugt sein, dass die Wärmedruckquotienten A, B und/oder C Maximum besitzen und daher kleiner 1000, vorzugsweise kleiner 500, bevorzugt kleiner 350 und ferner bevorzugt kleiner 200 und darüber hinaus bevorzugt kleiner $150 \text{ W/m}^2/\text{K}/(\text{mbar/m})$ betragen. Dieses kann jeweils für die einzelnen Wärmedruckquotienten gelten aber auch für die Eigenschaftskombinationen, die sich aus nachfolgenden Buchstabenkombinationen ergeben: AB, AC, BC, AC oder ABC. Ferner ist es möglich, dass die einzelnen Wärmedruckquotienten in durch die vorstehenden Untergrenzen und Maxima gebildeten Bereichen vorliegen.

25 In einer Ausführungsform betrifft die Erfindung einen Reaktor mit einander fluidleitend verbunden mindestens aufweisend:

- einen Reaktionsbereich,
wobei der Reaktionsbereich mindestens einen Feststoffkatalysator aufweist;
- einen kühlbaren Wärmetauscherbereich,
wobei der Wärmeaustauscherbereich mindestens ein Gehäuse aufweist,

30

wobei das Gehäuse mindestens teilweise einen Einsatz aufnimmt;

wobei der Einsatz mindestens eine der folgenden, vorzugsweise alle, nach den hierin beschriebenen Testverfahren bestimmten oben beschriebenen Eigenschaften (A) bis (C) aufweist.

Der Wärmedruckquotient Λ wird gebildet durch Division des Wärmedurchgangskoeffizienten k und des probenlängenbezogenen Druckverlustes Δp . Meist reicht Λ nicht über $800 \text{ W/m}^2/\text{K}/(\text{mbar/m})$.

Gemäß einer anderen Ausbildung dieser Erfindung weist der Einsatz einen Lückengrad von mindestens 30, vorzugsweise mindestens 60 und besonders bevorzugt von mindestens 80 auf. Darüber hinaus ist ein Einsatz mit einem Lückengrad im Bereich von 90 bis 99 bevorzugt. Der Lückengrad wird durch Auslitern bestimmt.

Außerdem ist es erfindungsgemäß bevorzugt, dass im Gegensatz zu den einzelnen vorliegenden Raschigringen ein Teil der Mehrzahl der Elemente eines bestimmten Einsatzes zusammenhängend, vorzugsweise einstückig, darüber hinaus bevorzugt aus ein und demselben Material, gebildet sind.

Weiterhin ist es bevorzugt, dass wenigstens ein Teil der Elemente aus einem mindestens teilweise fadenförmigen Materialien gebildet sind. Hierbei sind 2 bis 30, vorzugsweise 2 bis 15 und besonders bevorzugt 2 bis 10 Element/cm Einsatzlänge der Mehrzahl von Elementen zusammenhängend, vorzugsweise einstückig, aus dem mindestens teilweise fadenförmigen Materialien gebildet sind.

Als fadenförmige Materialien kommen grundsätzlich alle dem Fachmann bekannten Materialien in Betracht, deren Länge wesentlich größer, vorzugsweise um das mindestens Zehnfache, bevorzugt mindestens Hundertfache und besonders bevorzugt mindestens Tausendfache länger ist als der Durchmesser dieses Materials.

Als Materialien für das fadenförmige Materialien kommen sowohl Metalle, Metalllegierungen, Kunststoffe, insbesondere hochtemperaturbeständige Kunststoffe wie Kohlefasern oder polyfluorierte Kunststoffe (Teflon[®]) sowie keramische Materialien, insbesondere Basaltwolle, in Betracht. Bei der Auswahl geeigneter Materialien für den Einsatz für die Elemente oder das fadenförmige Materialien trifft der Fachmann die Auswahl von einzelnen Materialien oder von Materialkombinationen danach, dass diese Materialien zum einen eine ausreichende Festigkeit des Einsatzes, eine ausreichende Chemikalienresistenz und eine befriedigende Herstellbarkeit der Einsätze ermöglichen.

10

Ferner ist es nach einer erfindungsgemäßen Ausführungsform bevorzugt, dass mindestens ein Teil der Mehrzahl der Elemente um eine Seele herum angeordnet sind. Hierbei ist es bevorzugt, dass mindestens ein Teil der Mehrzahl der Elemente von dieser Seele aufgenommen werden. Als Seele kommt ein Longitudinalelement in Betracht. Vorzugsweise wird die Seele aus mindestens zwei Longitudinalelementen gebildet. Die mindestens zwei Longitudinalelemente können über einen ösenartigen Bereich, vorzugsweise einstückig, miteinander verbunden sein. Die Longitudinalelemente können gleichfalls aus dem Materialien des fadenförmigen Materials gebildet sein. In der Regel wählt der Fachmann das Material für die Seele nach den gleichen Kriterien aus, wie sie im Fall des fadenförmigen Material gelten.

Es ist zudem bevorzugt, dass die Elemente von der Seele der Gestalt aufgenommen werden, dass die Elemente die Seele durchstoßen. Dieses kann nach einer erfindungsgemäß bevorzugten Ausführungsform dadurch erreicht werden, in dem mindestens zwei der Longitudinalelemente unter Ausbildung einer oder mehrerer Windungen umeinander geschlungen sind. Die so erhaltenen Windungen nehmen mindestens eines der Elemente auf. Hierbei hat sich besonders bewährt, dass im Bereich von 1 bis 20, vorzugsweise von 4 bis 15 und besonders bevorzugt von 6 bis 10 Elemente in einer dieser Windungen aufgenommen werden, wobei in diesem Fall die Windung eine Drehung der Longitudinalelemente von 360° besitzt.

Zudem ist es bevorzugt, dass die Windungen so ausgestaltet sind, dass die Elemente von diesen Windungen so beklemmt werden, dass die Elemente in einer bestimmten Position gehalten werden, die nicht durch Einwirkung der Schwerkraft des stehenden Einsatz veränderbar ist. Weiterhin ist es erfindungsgemäß
5 bevorzugt, dass die Elemente von einer Seele aufgenommen werden, die im Vergleich zu ihrem Durchmesser deutlich, vorzugsweise um das mindestens Zehnfache, besonders bevorzugt mindestens Hundertfache und darüber hinaus bevorzugt mindestens Fünfhundertfache länger ist als ihr Durchschnitt. Eine derartig ausgestaltete Seele weist eine Längsachse auf, um die gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die Elemente um diese Längsachse herum
10 gewunden, vorzugsweise helikal, angeordnet sind. Hierbei ist es bevorzugt, dass jeweils zwei bis 20, vorzugsweise von 4 bis 15 und besonders bevorzugt von 6 bis 10 Elemente einen einen ganzen Kreisbogen beschreibenden Abschnitt dieser Helix bilden. Ein vollständiger Kreisbogen der Helix liegt dann vor, wenn ein ausgehend von der Mittelachse der Seele bis zum am weitesten von dieser Mittelachse
15 beabstandeten Punkt des Elements gebildete Linie mit der gleichen Linie eines anderen, nachfolgenden Elements übereinstimmt.

In einer anderen Ausbildung des Einsatzes befinden sich Elementegruppen in
20 kranzförmiger Anordnung um eine Seele herum. Derartige Kränze weisen von zwei bis 20, vorzugsweise von 4 bis 15 und besonders bevorzugt von 6 bis 10 Elemente auf. Ferner ist es erfindungsgemäß bevorzugt, dass wenigstens ein Teil, vorzugsweise die gesamte Mehrzahl der Elemente aus Draht bestehen. Ebenso ist es bevorzugt, dass die Seele gleichfalls aus Draht besteht. Hierbei sind Metall-
25 drähte besonders bevorzugt. Als geeignete Metalle für diese Metalledrähte kommen Stahllegierungen, vorzugsweise Edelstahl, Messinglegierungen und Platinlegierungen in Betracht, wobei Federstahl besonders bevorzugt ist.

Ferner ist es erfindungsgemäß bevorzugt, dass der Einsatz an einem Innenraum-
30 querschnitt des Gehäuses diesen Innenraumquerschnitt ausfüllt. Dieses ist beispielsweise dann gegeben, wenn bei einem rohrförmigen Gehäuse der Kreis als Innenraumquerschnitt durch die Anordnung der Elemente ausgefüllt wird, in dem

ein durch Aufsicht auf die Elemente gebildeter gedachter Kreis sich mit dem durch den rohrförmigen Innenraumquerschnitt gebildeten Kreis zu mindestens 80% der durch die beiden Kreise gebildeten Fläche deckt. Bei einem eckigen Innenraum würde die Fläche eines sich daraus ergebender eckiger Innenraumquerschnitt sich mit der durch Aufsicht auf den Einsatz durch die Elemente gebildeten Umrissfläche zu mindestens 60, vorzugsweise mindestens 80% decken.

Es ist des weiteren bevorzugt, dass das Gehäuse einen zylindrischen Innenraum aufweist. Dieses ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn der durch diesen Innenraum aufgenommene Einsatz ebenfalls zylinderförmig ist. Besonders bevorzugt ist es in diesem Zusammenhang, dass sich der zylindrische Innenraum und der zylinderförmige Einsatz gleichen oder dass der zylinderförmige Einsatz in seinem Kreisradius im demontierten Zustand ein wenig größer, vorzugsweise um 1 bis 30, bevorzugt von 2 bis 20 und besonders bevorzugt von 5 bis 10 % als der des zylindrischen Innenraums ist. Hierbei ist bevorzugt, dass die Kreisradiendifferenzen mit der Zunahme der Steifigkeit des Materials abnehmen. Diese Maßnahme trägt zum kraftschlüssigen Sitz des Einsatzes im Gehäuse bei.

Dieses hat den Vorteil, dass der biegbare und damit flexible Einsatz durch die Abmessungen des Gehäuses bedingt an dessen Innenwänden beklemmbar ist. Dieses bietet dem Einsatz von sich aus innerhalb des Gehäuses Halt und ermöglicht des weiteren bei Herausnahme des Einsatzes an den Innenwänden des Gehäuses anhaftende Verunreinigungen, insbesondere kohlenstoffhaltige Ablagerungen wie Ruß, zu entfernen.

In diesem Zusammenhang ist es besonders bevorzugt, dass das Gehäuse eine Innenwand aufweist, die von zumindest einem Teil der Mehrzahl der Elemente berührt wird. Diese Berührung kann der Gestalt sein, dass die Elemente zumindest geringfügig aus ihrer Position im berührungslosen Zustand außerhalb des Gehäuses weg bewegt werden. Auf diese Weise beklemmen die Elemente den Einsatz an der Innenwand des Gehäuses und führen somit dazu, dass der Einsatz nicht ohne weiteres innerhalb des Gehäuses verrutschen kann.

In der vorliegenden Erfindung können die Elemente alle dem Fachmann für die Zwecke der vorliegenden Erfindung, insbesondere der Verbesserung des Wärmeabflusses, der Gasdurchmischung und der Rußverminderung, geeigneten Elemente eingesetzt werden. Hierbei ist es bevorzugt, dass die Elemente Blatt- oder Schlaufenform oder Elemente mit Blattform mit Elementen mit Schlaufenform kombiniert werden. Als besonders bevorzugt hat sich herausgestellt, dass die Elemente als Schlaufen ausgebildet sind. Ein erfindungsgemäßer Einsatz weist im Bereich von 1 bis 10 , vorzugsweise von 1 bis 6 und besonders 1 bis 4 Elemente/cm auf.

10

Erfindungsgemäß besonders bewährt haben sich Einsätze die eine sich selbst tragende skelettartige Struktur aufweisen, die wiederum mindestens zwei Longitudinalelemente aufweist die eine im wesentlichen zentral angeordnete Seele bilden, in dem diese Longitudinalelemente umeinander gewunden sind, wobei diese Seele eine Vielzahl von Schlaufen aufweist, die in durch die Windungen gebildeten Öffnungen gehalten sind, wobei die eine Vielzahl der einzelnen Schlaufen sich von der Seele ausgehend in helikaler Art über die längliche Seele erstrecken. Derartige Einsätze sind beispielsweise in GB-Patent 1 570 530 offenbart, wobei diese Referenz als Teil dieser Offenbarung gilt. Weitere erfindungsgemäße bevorzugte Einsätze sowie Verfahren zu deren Herstellung sind in GB 2 097 910 A offenbart. Auch diese Referenz gilt als Teil dieser Offenbarung. Weiterhin sind besonderes bevorzugte erfindungsgemäße Einsätze bei der Firma Cal Gavin Ltd., England kommerziell unter der Handelsbezeichnung HiTRAN® erhältlich.

Im Zusammenhang mit der Durchführung von zwei und mehrstufigen Reaktionen ist es erfindungsgemäß bevorzugt, dass sich an den Wärmeaustauscherbereich mindestens ein weiterer Reaktionsbereich anschließt. Für den Fall, dass es sich bei diesen mehrstufigen Reaktionen um verschiedene Syntheseschritte handelt, ist es bevorzugt, dass der Katalysator im Reaktionsbereich und ein weiterer Katalysator in dem weiteren Reaktionsbereich verschieden sind. Die Auswahl des Katalysators in dem Reaktionsbereich und die des weiteren Katalysators in dem weiteren

Reaktionsbereich richten sich nach den Reaktionen, die in dem Reaktionsbereich durchgeführt werden sollen.

Die Erfindung betrifft zudem einen Reaktor, wobei der erfindungsgemäße Einsatz, vorzugsweise aus dem Wärmetauscherbereich kommend, mindestens teilweise in den Reaktionsbereich hineinreicht. In diesem Zusammenhang ist es bevorzugt, dass der Teil des Einsatzes, der in den Reaktionsbereich (2) hineinreicht, einen Katalysator beinhaltet. Der Katalysator kann zum einen als Beschichtung auf mindestens einem der Elemente vorliegen. Außerdem kann mindestens eines der Elemente aus einem Katalysatormaterial gebildet sein. So können in durch Platin katalysierten Reaktionen Elemente aus Platindraht eingesetzt werden. Ferner können die Elemente wegen ihrer räumlichen Ausgestaltung auch Feststoffkatalysatorteilchen tragen oder festhalten. Zudem kann der Einsatz das Eduktgas und die Reaktionsgase in dem Reaktionsbereich besser verteilen, in diesem Fall muss der Einsatz nicht mit Katalysator beschichtet sein. Es ist ausreichend, wenn der Reaktionsbereich bzw. das Gehäuse mit Katalysator beschichtet oder ausgekleidet ist.

Ferner betrifft die Erfindung einen Reaktor mit einem Reaktionsbereich aufweisend einen erfindungsgemäßen Einsatz, wobei dieser Einsatz einen Katalysator aufweist. Die hierin beschriebenen Gehäuse-Details und Formen des Katalysators gelten ebenfalls für diese Variante.

Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Oxidation eines Kohlenwasserstoffs, wobei der Kohlenwasserstoff als Gas in einem erfindungsgemäßen Reaktor zu einem oxidierten Kohlenwasserstoffprodukt umgesetzt wird. Als zur Oxidation eingesetzter Kohlenwasserstoff kommt vorzugsweise ein ungesättigter Kohlenwasserstoff in Betracht. Hierbei handelt es sich besonders bevorzugt um Propen. Als erfindungsgemäß bevorzugte oxidierte Kohlenwasserstoffprodukte sind Acrolein oder Acrylsäure zu nennen. Hierbei wird Acrolein in einer ersten Stufe in einem Reaktor mit einer ersten Reaktionseinheit und aus dem so erhaltenen Acrolein in einer weiteren Reaktionseinheit Acrylsäure erhalten.

Im Zusammenhang mit geeigneten Katalysatoren, üblichen Reaktoren, Reaktionsbedingungen und Aufreinigungsmethoden bei der Herstellung von Acrolein und Acrylsäure wird auf „Stets Geforscht“, Band 2, Chemieforschung im Degussa-Forschungszentrum Wolfgang 1988, Seite 108-126, Kapitel „Acrolein und Derivate“ D. Arntz und Ewald Noll verwiesen, wobei auf diesen Inhalt als Teil dieser Offenbarung Bezug genommen wird.

Zudem betrifft die Erfindung Fasern, Folien, Formkörper, Lebensmittel- oder Futterzusatzstoffe, Arzneimittel, Kosmetika, Schäume, Superabsorber, Papier-Leder oder Textilhilfsmittel, beinhaltend oder basierend auf einem erfindungsgemäßen oxidierten Kohlenwasserstoffprodukt, vorzugsweise Acrylsäure.

Ferner betrifft die Erfindung die Verwendung eines oxidierten Kohlenwasserstoffprodukts, vorzugsweise Acrylsäure, in oder für Fasern, Folien, Formkörpern, Lebensmittel- oder Futterzusatzstoffe, Arzneimittel, Kosmetika, Schäume, Superabsorber, Papier-, Leder oder Textilhilfsmittel.

Im Zusammenhang mit Superabsorber, deren Herstellung, Zusammensetzung, Eigenschaften und Verwendung wird auf „Modern superabsorbent polymer technology“, Fredrick L. Buchholz, Andrew T. Graham, Viley-VCH, 1998, verwiesen.

Die Erfindung wird nachfolgend durch nicht limitierende Zeichnungen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt die schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Einsatzes,

Fig. 2 zeigt die schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Gehäuses mit einem erfindungsgemäßen Einsatz,

Fig. 3 zeigt die Aufsicht auf ein erfindungsgemäßes Gehäuse, das einen erfindungsgemäßen Einsatz aufweist,

Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung eines Teils eines erfindungsgemäßen Reaktors,

5 Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung einer anderen Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Gehäuses,

Fig. 6 zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Gehäuses,

10

Fig. 7 zeigt eine schematische Darstellung einer anderen Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Gehäuses,

15 Fig. 8 zeigt eine schematische Darstellung eines in einem Reaktor angeordneten erfindungsgemäßen Gehäuses,

Fig. 9 zeigt eine diagrammartige Darstellung eines erfindungsgemäßen Reaktors mit sich daran anschließender Quench-, Reinigungs- und Polymerisationseinheit,

20 Fig. 10 zeigt eine Skizze zum Aufbau der Messvorrichtung zur Auswahl erfindungsgemäß geeigneter Einsätze

Fig. 11 zeigt eine schematische Darstellung von einer anderen Ausführungsform eines Gehäuses im Querschnitt.

25

Figur 1 stellt eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Einsatzes 6 als Ausschnitt dar. Dieser weist eine Seele 9 auf, die aus zwei umeinander gewunden Longitudinalelementen 10, die aus Metalldraht bestehen, gebildet ist. Durch das Verzwirbeln der Longitudinalelemente 10 entstehen in der Seele 9 Windungen 11, die die Elemente 7 in Ausnehmungen 17 aufnehmen. Dadurch, dass die Elemente 7 aus einem fadenförmigen Material 8, vorliegend ebenfalls

30

einem Metalldraht, werden die Elemente 7 durch die Windungen 11 in der Seele 9

gehalten. Die Windungen 11 und die Führung des fadenförmigen Materials 8 sind so ausgestaltet, dass die Elemente 7 in Form von Schlaufen von der durch die Seele 9 gebildeten zentralen Längsachse 16 abgespreizt werden, wobei sich ein Winkel β zwischen Längsachse 16 und einer ausgehend von der Längsachse 16 sich in Aufsicht auf das Element 7 in seiner größten Flächenausdehnung bildende Elementfläche 18 an der längsten Strecke, gesehen von der Längsachse 16, schneidenden Elementachse 19 im Bereich von 45 bis 135°, vorzugsweise im Bereich von 75 bis 115° und besonders bevorzugt im Bereich von 85 bis 95° beträgt. Je näher der Winkel β an 90° ist, um so besser lassen sich die Einsätze verkantungsfrei in beide Richtungen in einem Rohr bewegen. Weiterhin steigt die verkantungsarme Bewegbarkeit mit einer zur Rohrwand hinweisenden möglichst runden, bogenförmigen oder auch kantenarmen Ausgestaltung der Elemente 7. Die Elemente 7 sind bedingt durch die Aufnahmen von ein oder mehreren Elementen 7 in den Ausnehmungen 17 der Windungen 11 durch das gegeneinander Verdrehen der Longitudinalelemente 10 wendeltreppenartig um die Seele 9 herum unter Ausbildung einer Element-Helix angeordnet. Die „Dichte“ als Anzahl der Elemente pro gegebener Länge des Einsatzes 6 und der Lückengrad kann zum einen durch die Aufnahme von mehr Elementen 7 in den jeweiligen Windungen 11 oder durch stärkeres gegeneinander Verdrehen der die Seele 9 bildenden Longitudinalelemente 10 oder einer Kombination dieser Maßnahmen erhöht werden. Durch für diese Ausführungsform des Einsatzes 6 beschriebene Ausgestaltung wird erreicht, dass eine Mehrzahl von Elementen 7 zu einer Einheit verbunden sind und ein Einsatz 6 von einer sich selbst tragenden Steifigkeit erhalten wird, der den in einem Gehäuse 5 herrschenden Strömungsverhältnissen ausreichend stand hält. Zudem ist es vorteilhaft für die Bewegung der Einsätze 7, wenn an mindestens einem Ende eine Öse ausgebildet ist. Vorzugsweise wird diese Öse aus den Longitudinalelementen 10 gebildet.

In Figur 2 ist eine Ausführungsform eines Gehäuses 5 abgebildet, das einen in Figur 1 beschriebenen Einsatz 6 aufweist. Der durch die Innwand 14 des Gehäuses 5 gebildete Innenraum 13 ist durch den Einsatz 6 so ausgefüllt, dass über Berührung von Bereichen der Elemente 7 mit der Innenwand 14 der Einsatz 6 kraft-

schlüssig in den Innenraum 13 des Gehäuses 5 eingepasst ist. Durch diese Maßnahme wird zum einen das Verrutschen des Einsatzes 6 in dem Gehäuse 5 erschwert und zum anderen beim Herausnehmen des Einsatzes 6 aus dem Gehäuse 5 auf der Innenwand 14 anhaftende Ablagerungen 20 wie Ruß mindestens teilweise abgetragen.. Zur Wärmeabfuhr weist das Gehäuse 5 optional Kühlelemente 21 an seiner Außenwand 22 auf. Der in Figur 2 dargestellte Aufbau kann ebenso in Reaktoren verwendet werden, die einen Katalysator aufweisenden Einsatz beinhalten.

Figur 3 zeigt einen Querschnitt durch ein einen Einsatz 6 aufweisendes Gehäuse 5. Das Gehäuse weist einen Innenraum 13 mit einem Innenraumdurchmesser ID auf. An die Innenwand 14 des Gehäuses 5 angrenzend sind zwei schlaufenförmige Elemente 7 und 7' abgebildet, die von zwei Longitudinalelementen 10 der mittig in dem Innraum 13 angeordneten Seele 9 gehalten werden. Die Elemente 7 und 7' sind aus Metalldraht als fadenförmiges Material 8 ausgebildet, wobei das fadenförmige Material 8 durch die zwei Longitudinalelemente 10 beklemmt verläuft. Die beiden Elemente 7 und 7' weisen jeweils eine durch Schraffierung angedeutete Elementfläche 18 und 18' auf, die mittig von der zentralen Längsachse 16 ausgehenden Elementachsen 19 und 19' auf gleiche Weise geteilt werden. Die beiden Elementachsen 19 und 19' schließen einen Winkel α ein, der im Bereich von 5 bis 180 vorzugsweise im Bereich von 10 bis 130 und besonders bevorzugt von 30 bis 100° liegt.

Der Bereich, an denen die Elemente 7 nach Montage in dem Gehäuse 5 an der Innenwand 14 des Gehäuses 5 anliegen weist einen Anliegedurchmesser AD auf. Es ist bevorzugt, dass der ID größer ist als der AD. Weiterhin beträgt der AD vorzugsweise 10 bis 90, bevorzugt 20 bis 70 % des ID und liegt darüber hinaus bevorzugt im Bereich von 25 bis 50 % des ID.

In Figur 4 ist ein Ausschnitt aus einem Reaktor 1 mit einem Reaktionsbereich 2 und einem Wärmeaustauscherbereich 3 abgebildet. Der Reaktor 1 weist eine Reaktorplatte 23 mit einer Vielzahl von Bohrungen 24 auf, durch die ein Eduktgas

25 dem Feststoffkatalysator 3, der sowohl als Katalysatorpellets als auch als Schichtkatalysator vorliegen kann, zugeführt wird. An dem Katalysator 3 kommt es zu einer chemischen Reaktion, wobei ein heißes Produktgas 26 in ein Gehäuse 5 eingeleitet wird, das es als gekühltes Produktgas 27 verlässt. Diese Kühlung
5 wird dadurch begünstigt, dass in dem Gehäuse 5 ein Einsatz 6 eingebaut ist, den das heiße Produktgas durchströmt und an dem das heiße Produktgas durchwirbelt wird. Die dabei an das Gehäuse 5 abgegebene Wärme wird über an der Außenwand 22 des Gehäuses 5 angebrachte optionale Kühlelemente 21 durch Vorbeileiten eines Kühlmittelstroms 28 abgeführt.

10 In Figur 5 ist ein Gehäuse 5 abgebildet, in dem der Innenraum 13 einen linsenförmigen Innenraumquerschnitt 12 aufweist. Weiterhin ist der Innenraum 13 dadurch gestaltet, dass zwei parallel aufeinander gefügte als Bleche ausgeführte Platten entlang parallel zueinander verlaufender im wesentlichen geradlinige und
15 unterberechnungsfreie Linien über Schweißnähte 30 als Verbindungsbereich miteinander verbunden sind, wobei die Schweißnähte 30 vorzugsweise nicht unterbrochen sind. Der durch den Innenraum 13 eines solchen Gehäuses 5 aufgenommene Einsatz 6 weist ebenfalls einen linsenförmigen Querschnitt auf.

20 In Figur 6 ist eine andere Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Gehäuses 5 dargestellt. Hierbei sind zwei als Bleche ausgeführte, im wesentlichen parallel zueinander angeordnete Platten 29 an verschiedenen, vorzugsweise versetzt zueinander angeordneten Verbindungspunkten 31 miteinander verschweißt. Der Innenraum 13 weist einen zwischen zwei Verbindungspunkten 31 gebildeten In-
25 nenraumquerschnitt 12 in linsenartiger Form auf. Die zwischen den Verbindungspunkten 31 liegenden den Innenraum 13 des Gehäuses 5 bildenden Bereiche sind kissenartig ausgebildet. Dieser so ausgebildete Innenraum 13 kann einen Einsatz 6 aufnehmen.

30 Figur 7 ist eine besondere Ausgestaltung des in Figur 6 abgebildeten Gehäuses 5 und unterscheidet sich von diesem dadurch, dass anstelle der Verbindungspunkte 31 länglich ausgebildete Verbindungsbereiche 32 zur Verbindung der beiden Plat-

ten 29 mit Unterbrechungen entlang einer gedachten Linie angeordnet sind. So wird ein röhrenartiger Innenraum 13 mit einem linsenförmigen Innenraumquerschnitt 12 jeweils zwischen zwei Verbindungsbereichen 32 erhalten, der einen Einsatz 6 aufnehmen kann.

5

Das in Figur 8 abgebildete Gehäuse 5 weist gleichfalls eine Mehrzahl von im wesentlichen parallel zueinander angeordneten Platten 29 auf, die an Haltebereichen 33 gehalten und über eine Haltewand 34 zueinander beabstandet werden, so dass ein Innenraum 13 entsteht, der einen Innenraumquerschnitt 12 aufweist, der aus-
10 reichend ist, um die Einsätze 6 aufzunehmen. Damit die Einsätze 6 ortsfest in dem Innenraum 13 angeordnet sind, weisen die Platten 29 Ausbuchtungen 35 auf, die sich der Querschnittsform des Einsatz 6 teilweise durch Rundungen annähern.

In Figur 9 ist ein Reaktor 1 dargestellt, in den über eine Eduktgaszuführung 37
15 Eduktgas eingetragen wird, das zunächst einem von einer Vielzahl nicht gezeigter jedoch identisch ausgelegter Reaktionsbereiche mit Feststoffkatalysator zur Reaktion zugeführt wird und das so entstandene Reaktionsprodukt einem Wärmeaustauscherbereich 4 mit einem Gehäuse 5, dass einen Einsatz 6 aufweist, zugeführt. Das in dem Wärmetauscherbereich 4 abgekühlte Produktgas wird in einem weite-
20 ren Reaktionsbereich 15, der einen weiteren Katalysator 42 aufweist, zu einem weiteren Produkt umgesetzt, dass ebenfalls gasförmig einem weiteren Wärmetauscherbereich 36, ebenfalls ausgestattet mit einem Gehäuse 5, der einen Einsatz 6 aufweist, zugeführt wird. Das, optional in dem weiteren Wärmeaustauscherbereich 36 abgekühlte, Produktgas wird über die Produktgasabführung 38 einer
25 Quencheinrichtung 39 zugeführt. Als Quencheinrichtung 39 sind insbesondere Vorrichtungen bevorzugt, in denen das Produktgas mit einer Flüssigkeit wie Wasser oder über 100°C siedendes oder siedende Lösemittel in Kontakt gebracht wird. Die in der Quencheinrichtung 39 erhaltene das Produkt beinhaltende flüssige Phase wird zur weiteren Aufarbeitung einem Aufreinigungsbereich 40 zugeführt. Als
30 Aufreinigungsbereich 40 kommen Destillations-, Kristallisationsvorrichtungen für sich oder eine Kombination aus Destillations- und Kristallisationsvorrichtungen in Betracht. Für den Fall, dass das so erhaltene aufgereinigte Produkt, beispielsweise

Acrylsäure, einer Weiterverarbeitung, insbesondere einer Polymerisation, beispielsweise zur Herstellung eines Superabsorbers unterzogen werden soll, wird das im Aufreinigungsbereich 40 erhaltene gereinigte Produkt einem Polymerisationsbereich 41 zugeführt. Der Polymerisationsbereich 41 kann sowohl in einem
5 räumlichen Zusammenhang mit dem Aufreinigungsbereich 40, dem Aufreinigungsbereich 40 und der Quencheinrichtung 39 oder dem Aufreinigungsbereich 40, der Quencheinrichtung 39 und Reaktor 1 stehen. Ein derartiger räumlicher Zusammenhang ist insbesondere dann gegeben, wenn die Anordnung an einem Produktionsstandort erfolgt.

10

In Figur 11 ist eine Kombination von zwei als Thermoblechen gebildeten Gehäusen 5 gezeigt, die in ihren von Haltewänden 34 begrenzten, als eigentliches Gehäuse 5 fungierenden Zwischenräumen 59 Einsätze 6 und/oder Katalysator 3 aufweisen. Die Zwischenräume 59 sind wellspaltförmig ausgebildet und können ent-
15 weder mit heißem Produktgas 26 bei Kühlung mit Kühlmittel 28 oder im Fall einer Reaktion mit Eduktgas 25 durchströmt werden. Außerdem können zwei oder mehrere Einsätze 6 durch eine Einsatzverbindung 60 zu Einsatzmodulen 61 zusammengefasst werden, was die Handhabung größerer Einsatzzahlen erleichtert.

20 Testverfahren

Allgemein sollte bei dem Testverfahren zur Auswahl erfindungsgemäß geeigneter Einsätze beachtet werden, dass die Gestalt des Querschnitts des Hüllrohrs 43 der Form des Querschnitts des Einsatzes entspricht und nicht größer ist als der des
25 Gehäuses für den der Einsatz vorgesehen ist. Dieses gilt insbesondere bei Einsätzen mit federnden Elementen. Beispielsweise ist bei einem zylindrischen Einsatz ein Hüllrohr 43 mit rundem Querschnitt zu wählen. Ist der Querschnitt des Einsatzes linsenförmig, ist das Testverfahren in einem Hüllrohr 43 mit gleichfalls linsenförmigen Querschnitt durchzuführen.

30

Wie in Figur 10 dargestellt, besteht die Messvorrichtung aus einem senkrecht stehenden Hüllrohr 43, das aus einem einfachen Kohlenstoffstahl (Wärmeleitfähig-

keit ca. 50 W/m K) mit einer Wandstärke von 2mm ausgebildet ist. Das Hüllrohr 43 besitzt eine Einlaufstrecke 52 und einem darauf folgendem Heizbereich 53 und Heizbereich 53, der mit einem elektrischen Heizband 44 umwickelt ist. Die Wicklungen des Heizbands 44 liegen direkt auf der Rohraußenwand 45 des Hüllrohrs 43, so dass ein guter Wärmeübergang sichergestellt ist. Das Heizband 44 wird über eine elektrische Leistungsregelung mit Energie versorgt, wodurch dem Heizbereich 53 des Hüllrohrs 43 eine Wandtemperatur aufgeprägt wird. Das Heizband 44 besteht aus einem durchgehenden Metallgewebeband, dass in einem Wicklungsabstand von 30 mm gleichmäßig im Heizbereich 54 auf das Hüllrohr 43 gewickelt ist. Das Heizband 44 besitzt eine Nennleistung von 60 W bei einer Anschlussspannung von 27 Volt. Unterhalb des Heizbereichs 53 erstreckt sich das Hüllrohr 43 um weitere 100 mm ohne eine Heizbandwicklung 44. Der Heizbereich 53 weist eine Probenkammer 57 zur Aufnahme einer Probe 48 mit einer Probenlänge PL auf. Die Länge des Heizbereichs 53 und PL sind gleich. Die Einlaufstrecke besitzt die 4-Fache Länge von PL. An den dem Heizbereich 53 des Hüllrohrs 43 gegenüberliegenden Ende des Hüllrohrs 43 ist dieses durch eine stopfenförmige Abdichtung 50 verschlossen. Gegen Wärmeverluste durch Konvektion bzw. Strahlung sind die Wicklungen des Heizbands 44 im Heizbereich 53 durch eine 150 mm dicke Isolierung aus Mineralwolle geschützt. Durch die stopfenförmige Abdichtung 50 gehalten, ist am oberen Ende des Hüllrohrs 43 eine Druckmesslanze 47 senkrecht eingesteckt. Über die Druckmesslanze 47 kann das Hüllrohr 43 mit einem Gasstrom beaufschlagt werden. Über die Anordnung von Manometern 54 in Strömungsrichtung 51 über einer Blende 49 und Manometer 54' kann der Druckverlust des durch das Füllrohr 43 bzw. durch die Probe geleiteten Gases ermittelt werden. Die Gastemperatur vor der Probe 48 (T_{Ein}) wird mittels im Rohrquerschnitt des Hüllrohrs 43 montierten Ni 100 Thermometern (TI 101), dessen Messspitze sich mittig 3 mm oberhalb der Probe 48 befindet, bestimmt. Die Gastemperatur nach der Probe 48 (T_{Aus}) wird mittels im Rohrquerschnitt des Hüllrohrs 43 montierten Ni 100 Thermometern (TI 102), dessen Messspitze sich mittig 3 mm unterhalb der Probe 48 befindet, bestimmt. Mit dem Ni 100 Thermometer (TI 103) wird die Temperatur (T_{Wand}) an der Rohraußenwand 45 im Abschnitt des Heizbereichs 53 bestimmt.

Druckverlustbestimmung

Zur Druckverlustbestimmung Δp werden über die Manometer 54 und 54' die
 5 Drücke PG1 und PG2 bestimmt. Über den in Formel I dargestellten mathematischen Zusammenhang kann Δp berechnet werden.

Formel I

$$10 \quad \Delta p = \frac{(PG2) * 0,3}{(PG1 - PG2)} [mbar]$$

Wärmedurchgangskoeffizient

Der Wärmedurchgangskoeffizient k ergibt sich aus dem mathematischen Zusammen-
 15 hang der Formeln II und III, wobei Q die Heizleistung, I die Stromstärke der elektrischen Beheizung des Heizbereichs 53, m_{Gas} der Massestrom der Luft, A_{Rohr} und ΔT_{ln} logarithmische Temperaturdifferenz nach Dubbel, Taschenbuch für den Maschinenbau, 19. Auflage, Springer Verlag Berlin 1997, ist.

20 Formel II

$$k = \frac{Q}{m_{Gas} A_{Rohr} \Delta T_{ln}}$$

Formel III

25

$$k = \frac{Q}{m_{Gas} A_{Rohr} \frac{(T_{Wand} - T_{Ein}) - (T_{Wand} - T_{Aus})}{\ln \frac{(T_{Wand} - T_{Ein})}{(T_{Wand} - T_{Aus})}}}$$

Durchführung

a. Probenvorbereitung

- 5 Die in nachfolgender Tabelle angegebenen Proben 48 wurden in die Probenkammer 57 bei Raumtemperatur eingesetzt.

b. Druckverlustmessung

- 10 An Manometer 54 wird ein Druck von 300 mbar über eine Schwebkegeldurchflussmesser 58 angelegt. Die Druckmesslanze 47 wird auf das Hüllrohr 43 aufgesetzt und mit Stopfen 50 abgedichtet und PG2 an Manometer 54' gemessen.

c. Wärmedurchgangskoeffizientmessung

15

Die in der nachfolgenden Tabelle angegebene Leerrohrgeschwindigkeit v werden über Ventil 56 eingestellt. Über den Heizbereich 53 wird Energie zugeführt und in Form von Wärme auf das vorbeiströmende Gas (Luft) übertragen. Die Energiemenge wird so gewählt, dass nach Erreichen eines stationären Zustands $T_{\text{Aus}} 90^\circ\text{C}$

- 20 beträgt. Anschließend werden T_{Ein} und T_{Wand} gemessen.

d. Verkohlung

- Die Eignung der verschiedenen Einsätze wurde über die Häufigkeit der durch Verkohlung entstandenen Rückstände notwendigen Reinigungsarbeiten für die einzelnen Einsätze ermittelt. Diese Ergebnisse sind ebenfalls in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt. Hierzu wird die Standzeit mit Raschigringen auf 1 gesetzt, um so die „Relative Standzeit“ zu erhalten.
- 25

Tabelle

Teil I. Probencharakterisierung

Material	Lückengrad	Druckverlust	Wärmedurchgangskoeffizient [W/m²/K]		
		„Δp“ bei Leerohrge- schwindigkei- ten „v“ 0,970 m/s	„k“ bei verschiedenen Leerohrge- schwindigkeiten „v“ [m/s]		
[-]	[%]	[mbar/m]	0,485 m/s	0,728 m/s	0,970 m/s
a	57,0	7,2	8	11	13
b	94,1	0,5	5	6	7
c	93,3	1,5	1	3	5
Sample A	98,4	0,05	5	6	6
Sample B	97,7	0,07	6	9	11
Sample C	96,5	0,09	6	8	10
Sample D	94,9	0,1	7	10	12

a Raschigringschüttung

b Drahtgestrick 28mm Kreisdurchmesser, 1 m Länge (Fa. Anselm GmbH & Co. KG)

5 c Drahtgestrick 28mm Kreisdurchmesser u. teilw. Flachdraht, 1 m Länge (Fa. Anselm GmbH & Co. KG)

Die „Sample A bis D“ Drahteinsätze mit Schlaufen mit 1 m Länge (Fa. Cal Gavin Ltd, GB)

10 Teil II. Standzeit und Wärmedruckquotient

Material	Relative Standzeit	Wärmedruckquotient „ Λ “ $[W/m^2/K/(mbar/m)]$		
		bei verschiedenen Leerohrge- schwindigkeiten „ v “ $[m/s]$		
[-]	[-]	0,485 m/s	0,728 m/s	0,970 m/s
a	1	1,1	1,5	1,8
b	0,6	1,0	12,0	14,0
c	0,5	0,7	2,0	3,3
Sample A	3	100,0	120,0	120,0
Sample B	2,8	85,7	128,6	157,1
Sample C	2,3	66,7	88,9	111,1
Sample D	2,1	70,0	100,0	120,0

Die Einsätze nach „Sample A bis D“ zeigen gegenüber den anderen Proben die besten relativen Standzeiten bei sehr geringen Druckverlusten.

Bezugszeichenliste

	1	Reaktor
	2	Reaktionsbereich
5	3	Feststoffkatalysator
	4	Wärmetauscherbereich
	5	Gehäuse
	6	Einsatz
	7	Element
10	8	fadenförmiges Material
	9	Seele
	10	Longitudinalelement
	11	Windung
	12	Innenraumquerschnitt
15	13	Innenraum
	14	Innenwand
	15	weiterer Reaktionsbereich
	16	zentrale Längsachse
	17	Ausnehmungen
20	18	Elementfläche
	19	Elementachse
	20	Ablagerung
	21	Kühlelement
	22	Außenwand
25	23	Reaktorplatte
	24	Bohrung
	25	Eduktgas
	26	heißes Produktgas
	27	gekühltes Produktgas
30	28	Kühlmittel
	29	Platten
	30	Schweißnaht

- 31 Verbindungspunkt
- 32 Verbindungsbereich
- 33 Haltebereich
- 34 Haltewand
- 5 35 Ausbuchtung
- 36 weiterer Wärmeaustauschbereich
- 37 Eduktgaszuführung
- 38 Produktgasabführung
- 39 Quencheinrichtung
- 10 40 Aufreinigungsbereich
- 41 Polymerisationsbereich
- 42 weiterer Katalysator
- 43 Hüllrohr
- 44 Heizband
- 15 45 Rohraußenwand
- 46 Isolierung
- 47 Druckmesslanze
- 48 Probe
- 49 Blende
- 20 50 Abdichtung
- 51 Strömungsrichtung
- 52 Einlaufstrecke
- 53 Heizbereich
- 54 Manometer
- 25 55 Gaszufuhr
- 56 Ventil
- 57 Probenkammer
- 58 Schwebekegeldurchflussmesser
- 59 Zwischenraum
- 30 60 Einsatzverbindung
- 61 Einsatzmodule

Patentansprüche

1. Reaktor (1) miteinander fluidleitend verbunden mindestens aufweisend
5 - einen Reaktionsbereich (2),
wobei der Reaktionsbereich (2) mindestens einen Feststoffkatalysator (3) aufweist;
- einen kühlbaren Wärmetauscherbereich (4)
wobei der Wärmetauscherbereich (4) mindestens ein Gehäuse (5)
10 aufweist,
wobei das Gehäuse (5) mindestens teilweise einen Einsatz (6)
aufnimmt,
wobei der Einsatz (6) eine Mehrzahl von Elementen (7) aufweist.
- 15 2. Reaktor (1) nach Anspruch 1, wobei der Einsatz (6) mindestens eine der folgenden nach den hierin beschriebenen Testverfahren bestimmte Eigenschaften aufweist:
- (A) einen Wärmedruckquotienten Λ_1 bei einer Leerrohrgeschwindigkeit v
20 von 0,485 m/s von größer 1,11 W/m²/K/(mbar/m);
(B) einen Wärmedruckquotienten Λ_2 bei einer Leerrohrgeschwindigkeit v
von 0,728 m/s von größer 1,53 W/m²/K/(mbar/m);
(C) einen Wärmedruckquotienten Λ_3 bei einer Leerrohrgeschwindigkeit v
25 von 0,970 m/s von größer 1,81, W/m²/K/(mbar/m).
3. Reaktor (1) miteinander fluidleitend verbunden mindestens aufweisend
- einen Reaktionsbereich (2),
wobei der Reaktionsbereich (2) mindestens einen Feststoffkatalysator (3) aufweist;
30 - einen kühlbaren Wärmetauscherbereich (4)

wobei der Wärmetauscherbereich (4) mindestens ein Gehäuse (5) aufweist,

wobei das Gehäuse (5) mindestens teilweise einen Einsatz (6) aufnimmt, wobei der Einsatz (6) mindestens eine der folgenden nach den hierin beschriebenen Testverfahren bestimmte Eigenschaften aufweist:

5

(D) einen Wärmedruckquotienten Λ_1 bei einer Leerrohrgeschwindigkeit v von 0,485 m/s von größer 1,11 W/m²/K/(mbar/m);

10

(E) einen Wärmedruckquotienten Λ_2 bei einer Leerrohrgeschwindigkeit v von 0,728 m/s von größer 1,53 W/m²/K/(mbar/m);

15

(F) einen Wärmedruckquotienten Λ_3 bei einer Leerrohrgeschwindigkeit v von 0,970 m/s von größer 1,81 W/m²/K/(mbar/m).

4. Reaktor nach Anspruch 3, wobei der Einsatz (6) eine Mehrzahl von Elementen (7) aufweist.

20 5. Reaktor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Einsatz (6) ein Lückengrad von mindestens 30 besitzt.

6. Reaktor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Elemente (7) aus einem mindestens teilweise fadenförmigen Material (8) gebildet sind.

25

7. Reaktor (1) nach Anspruch 6, wobei mindestens zwei der Mehrzahl von Elementen (7) einstückig aus dem mindestens teilweise fadenförmigen Material (8) gebildet sind.

30

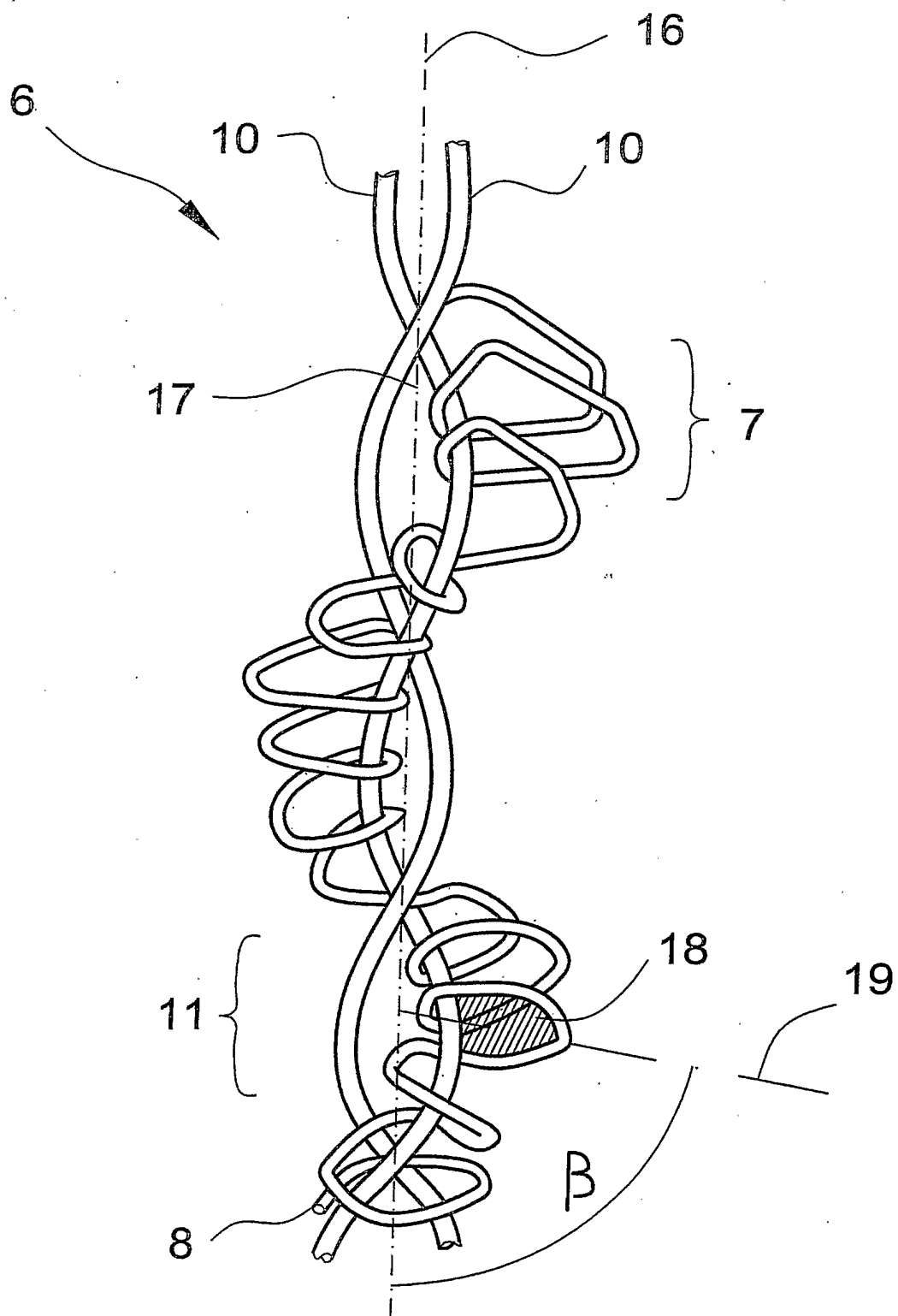
8. Reaktor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens ein Teil der Mehrzahl der Elemente (7) um eine Seele (9) herum angeordnet sind.
- 5 9. Reaktor (1) nach Anspruch 8, wobei mindestens ein Teil der Mehrzahl der Elemente (7) von der Seele (9) aufgenommen sind.
10. Reaktor (1) nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Seele (9) aus mindestens zwei Longitudinalelementen (10) gebildet ist.
- 10 11. Reaktor (1) nach Anspruch 10, wobei die mindestens zwei Longitudinalelemente (10) unter Ausbildung einer oder mehrerer Windungen (11) umeinander geschlungen sind.
- 15 12. Reaktor (1) nach Anspruch 11, wobei mindestens eines der Elemente (7) in der Windung (11) aufgenommen ist.
13. Reaktor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Mehrzahl der Elemente (7) aus Draht bestehen.
- 20 14. Reaktor (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 13, wobei die Seele (9) aus Draht besteht.
15. Reaktor (1) nach Anspruch 13 oder 14, wobei der Draht ein Metalldraht ist.
- 25 16. Reaktor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Einsatz (6) an einem Innenraumquerschnitt (12) des Gehäuses (5) diesen Innenraumquerschnitt (12) ausfüllt.
- 30 17. Reaktor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Gehäuse (5) einen zylindrischen Innenraum (13) aufweist.

18. Reaktor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Einsatz (6) zylinderförmig ist.
19. Reaktor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Gehäuse (5) eine Innenwand (14) aufweist, die von einem Teil der Mehrzahl der Elemente (7) berührt wird.
20. Reaktor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens ein Teil der Mehrzahl von Elementen (7) Schlaufen sind.
21. Reaktor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sich an den Wärmetauscherbereich (4) mindestens ein weiterer Reaktionsbereich (15) anschließt.
22. Reaktor (1) nach Anspruch 21, wobei der Feststoffkatalysator (3) im Reaktionsbereich (2) und ein weiterer Katalysator (16) in dem weiteren Reaktionsbereich (15) verschieden sind.
23. Reaktor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Einsatz (6) mindestens teilweise in den Reaktionsbereich (2) hineinreicht.
24. Reaktor (1) nach Anspruch 23, wobei der Teil des Einsatzes (6,) der in den Reaktionsbereich (2) hineinreicht, einen Katalysator beinhaltet.
25. Reaktor (1) mit einem Reaktionsbereich (2) aufweisend einen Einsatz (6) wie in einem der Ansprüche 2 bis 15, 18 oder 20 definiert, wobei dieser Einsatz (6) einen Katalysator aufweist.
26. Verfahren zur Oxidation eines Kohlenwasserstoffs, wobei der Kohlenwasserstoff als Gas in einem Reaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche zu einem oxidierten Kohlenwasserstoffprodukt umgesetzt wird.

27. Verfahren nach Anspruch 26, wobei der Kohlenwasserstoff ungesättigt ist.
28. Verfahren nach Anspruch 27, wobei der Kohlenwasserstoff Propen ist.
- 5 29. Verfahren nach einem der Ansprüche 26 bis 28, wobei das oxidierte Kohlenwasserstoffprodukt Acrolein oder Acrylsäure ist.
- 10 30. Fasern, Folien, Formkörper, Lebensmittel- oder Futterzusatzstoffe, Arzneimittel, Kosmetika, Schäume, Superabsorber, Papier-, Leder- oder Textilhilfsmittel, beinhaltend oder basierend auf einem oxidierten Kohlenwasserstoffprodukt nach einem der Ansprüche 26 bis 29.
- 15 31. Verwendung eines oxidierten Kohlenwasserstoffprodukts nach einem der Ansprüche 26 bis 29 in oder für Fasern, Folien, Formkörper, Lebensmittel- oder Futterzusatzstoffe, Arzneimittel, Kosmetika, Schäume, Superabsorber, Papier-, Leder- oder Textilhilfsmittel.

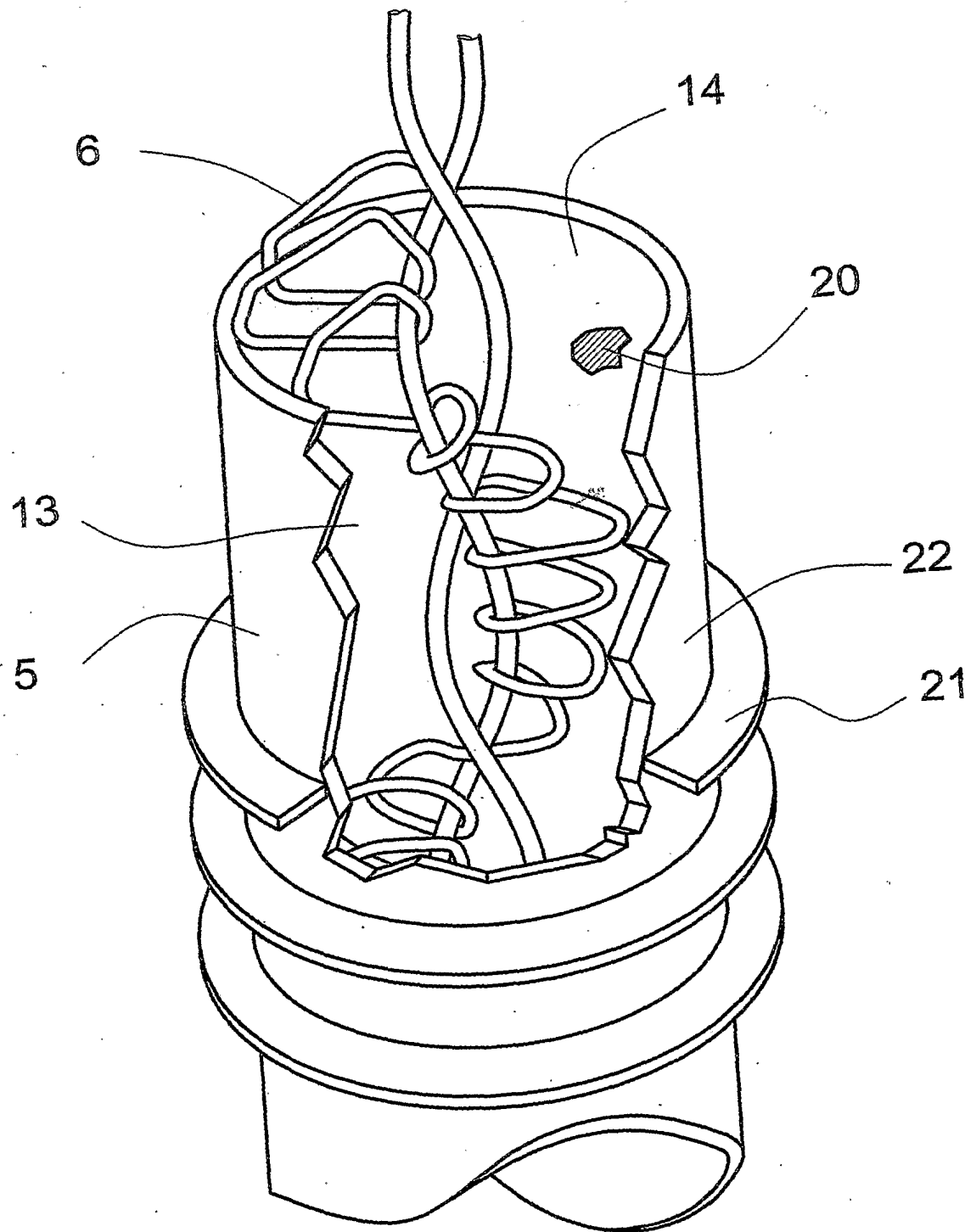
1/9

FIG. 1



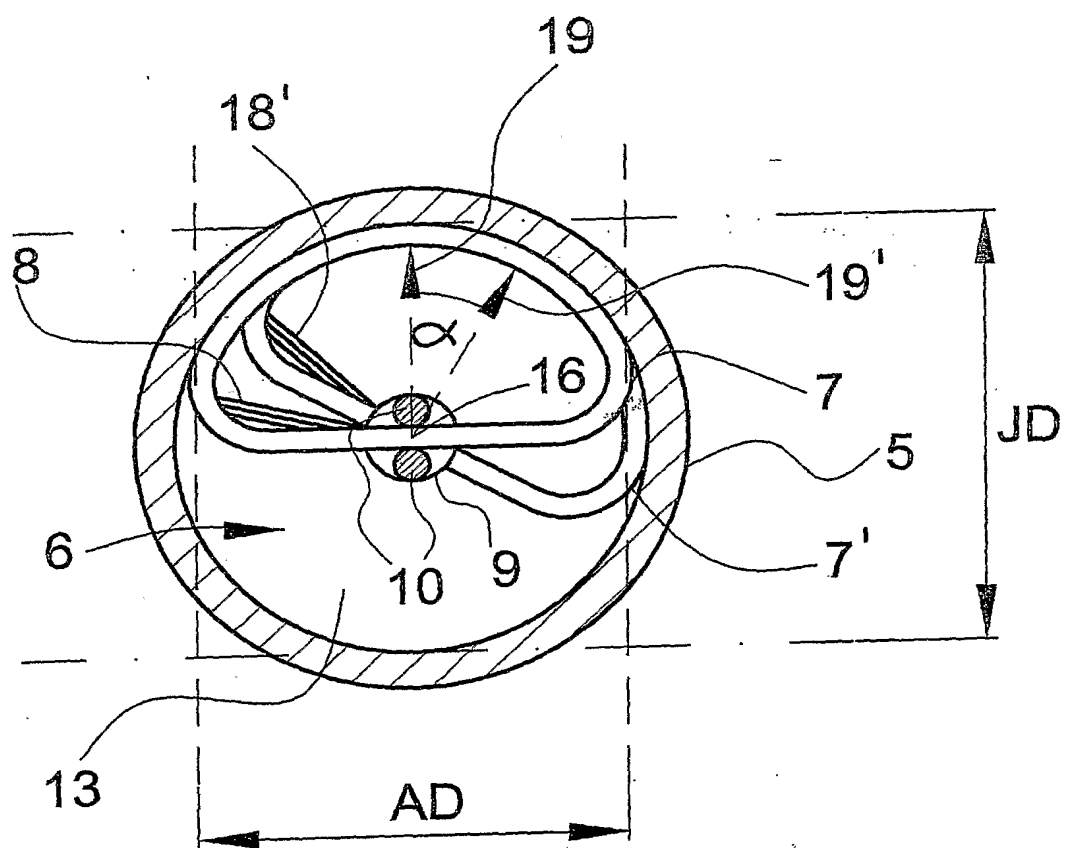
2/9

FIG. 2



3/9

FIG. 3



5/9

FIG. 5

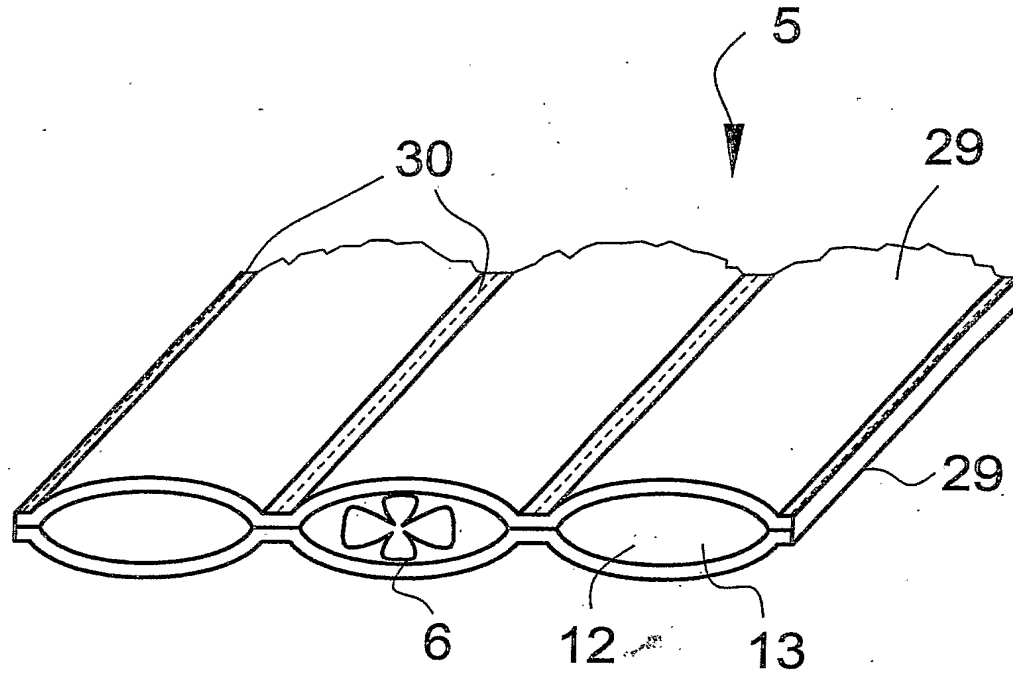
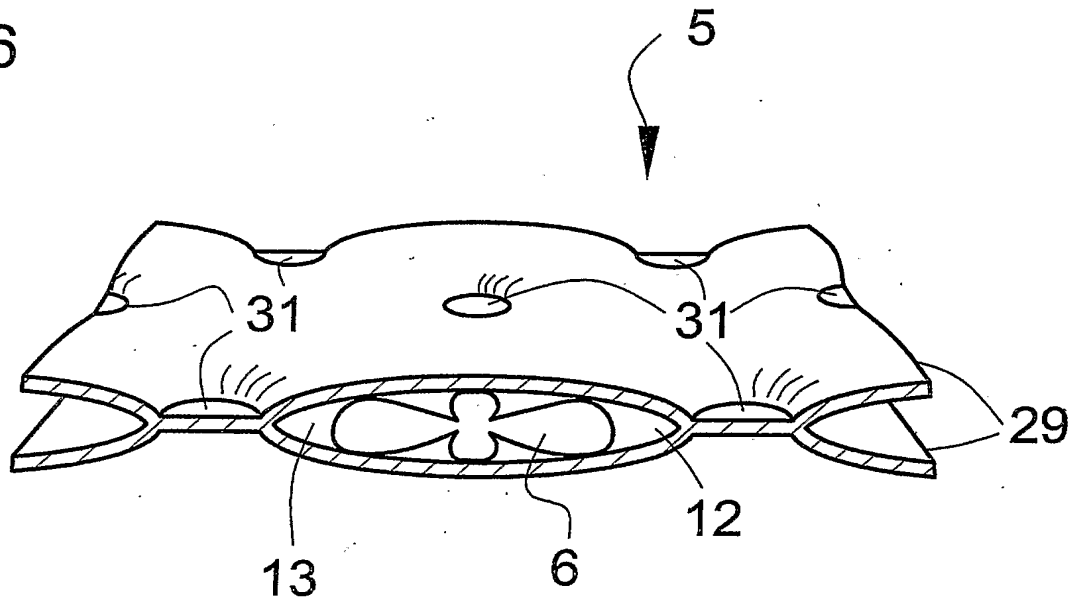


FIG. 6



6/9

FIG. 7

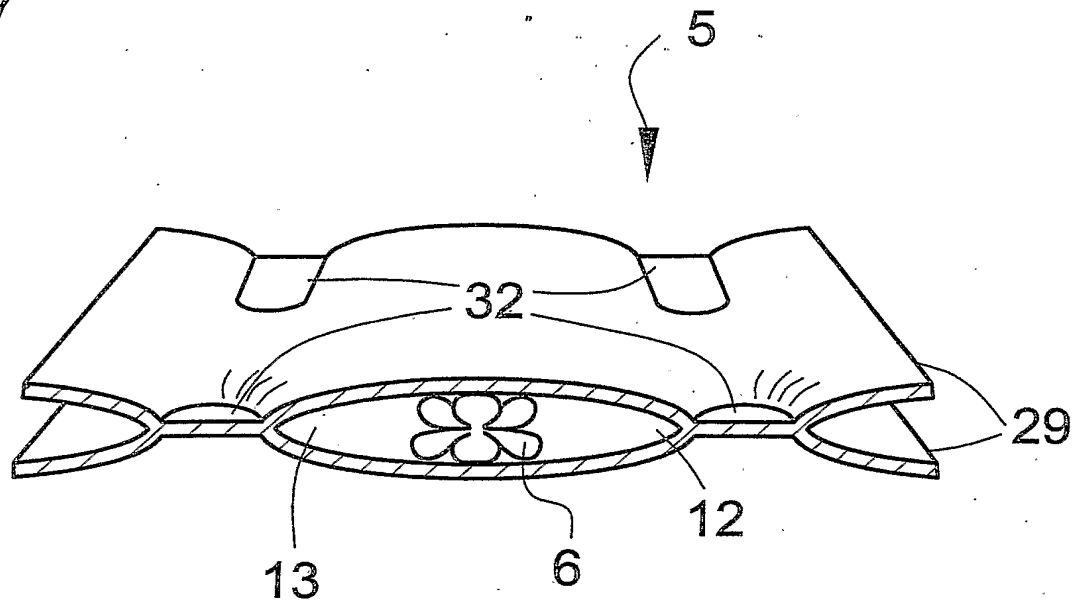
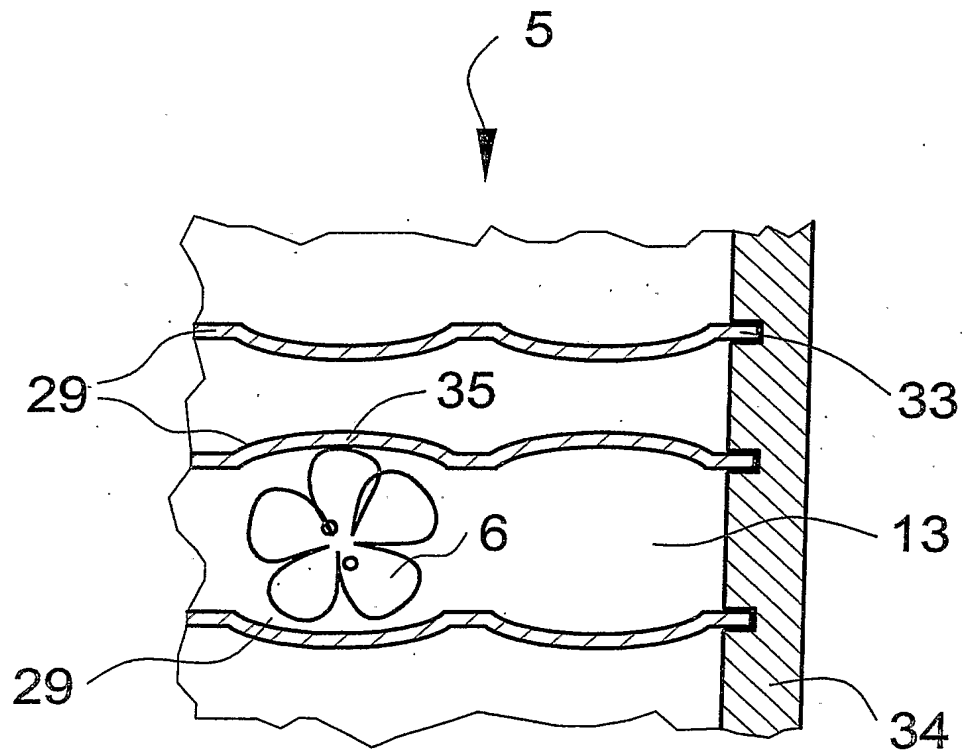
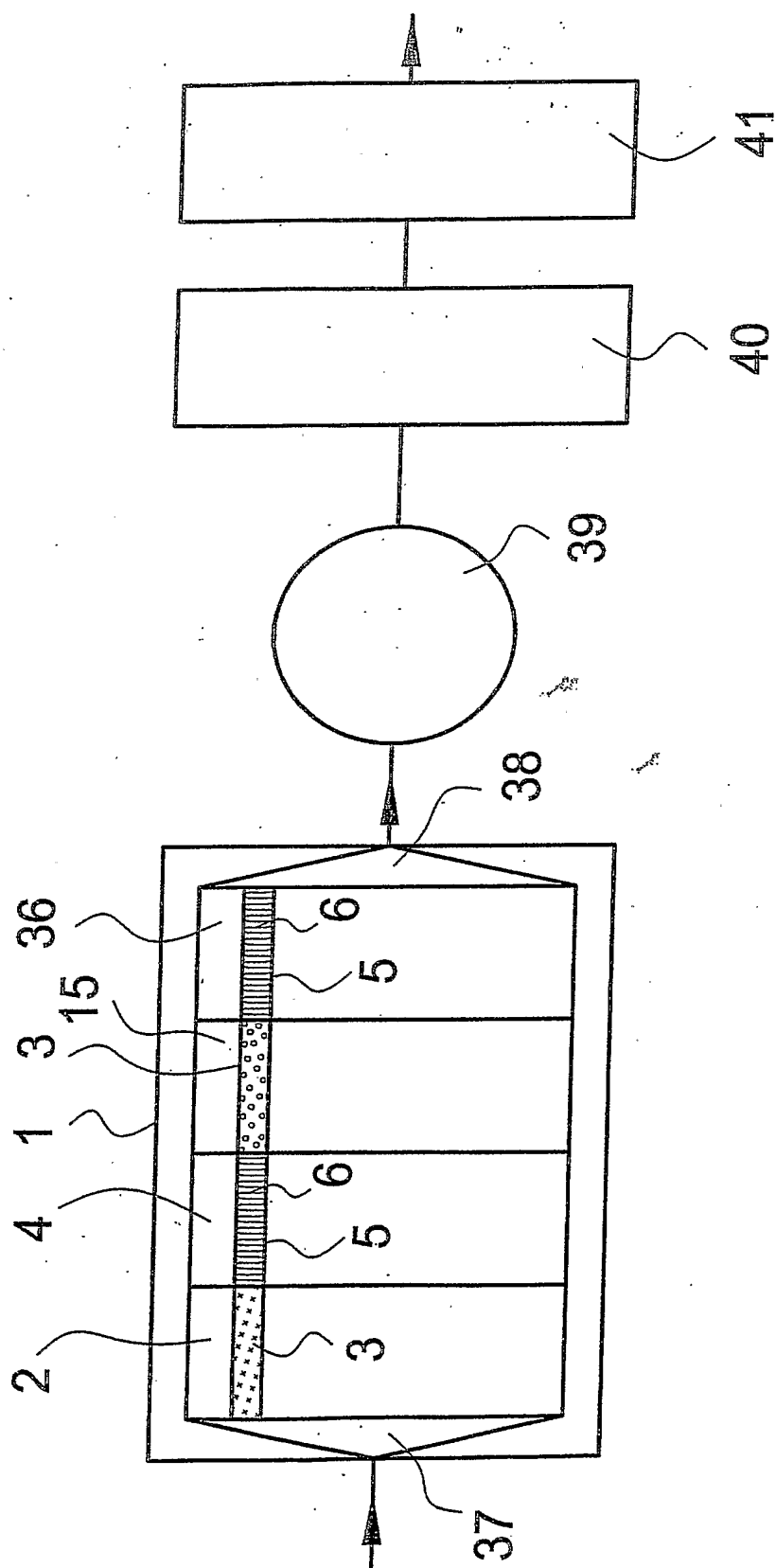


FIG. 8

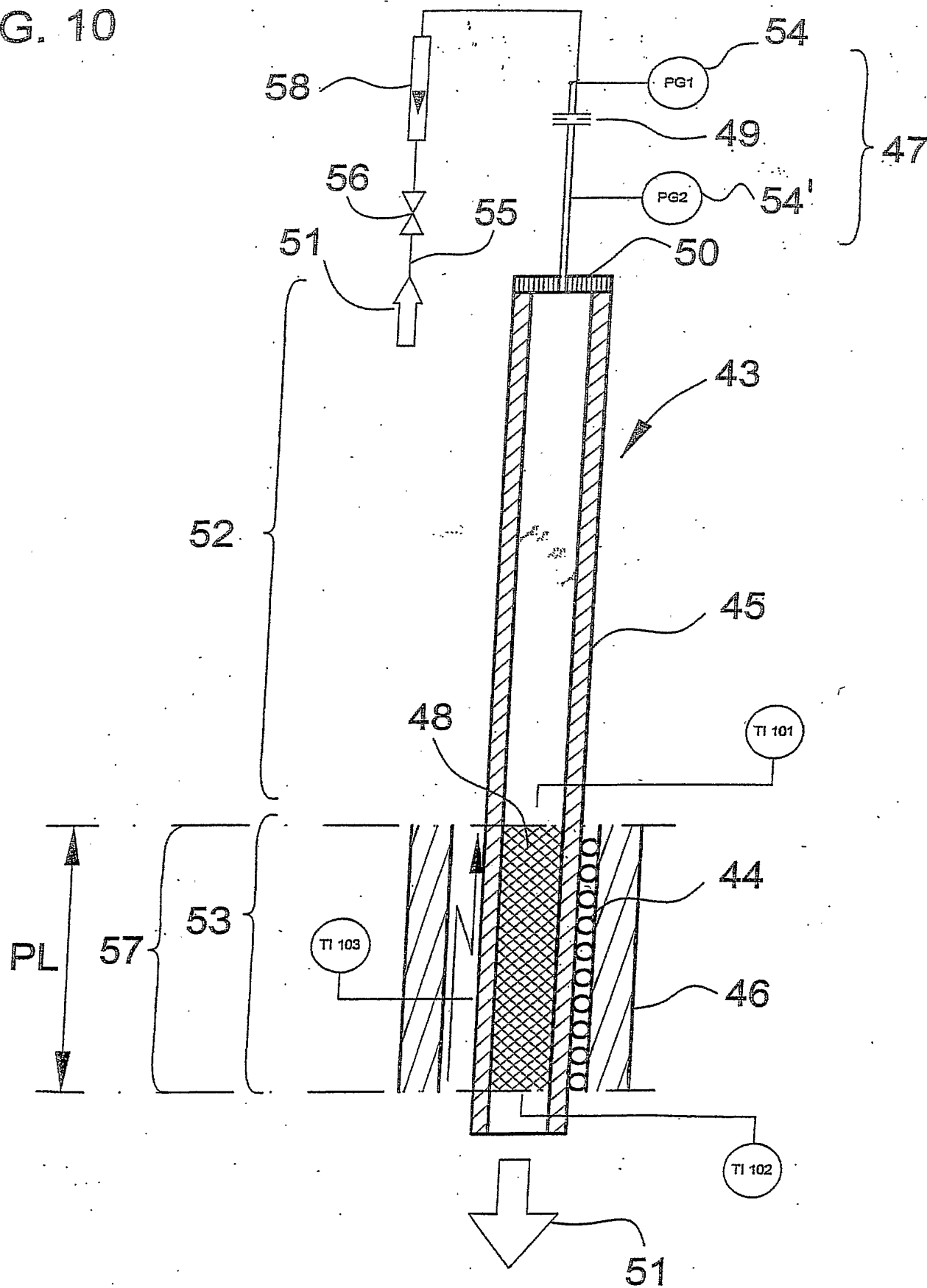


9
G
L



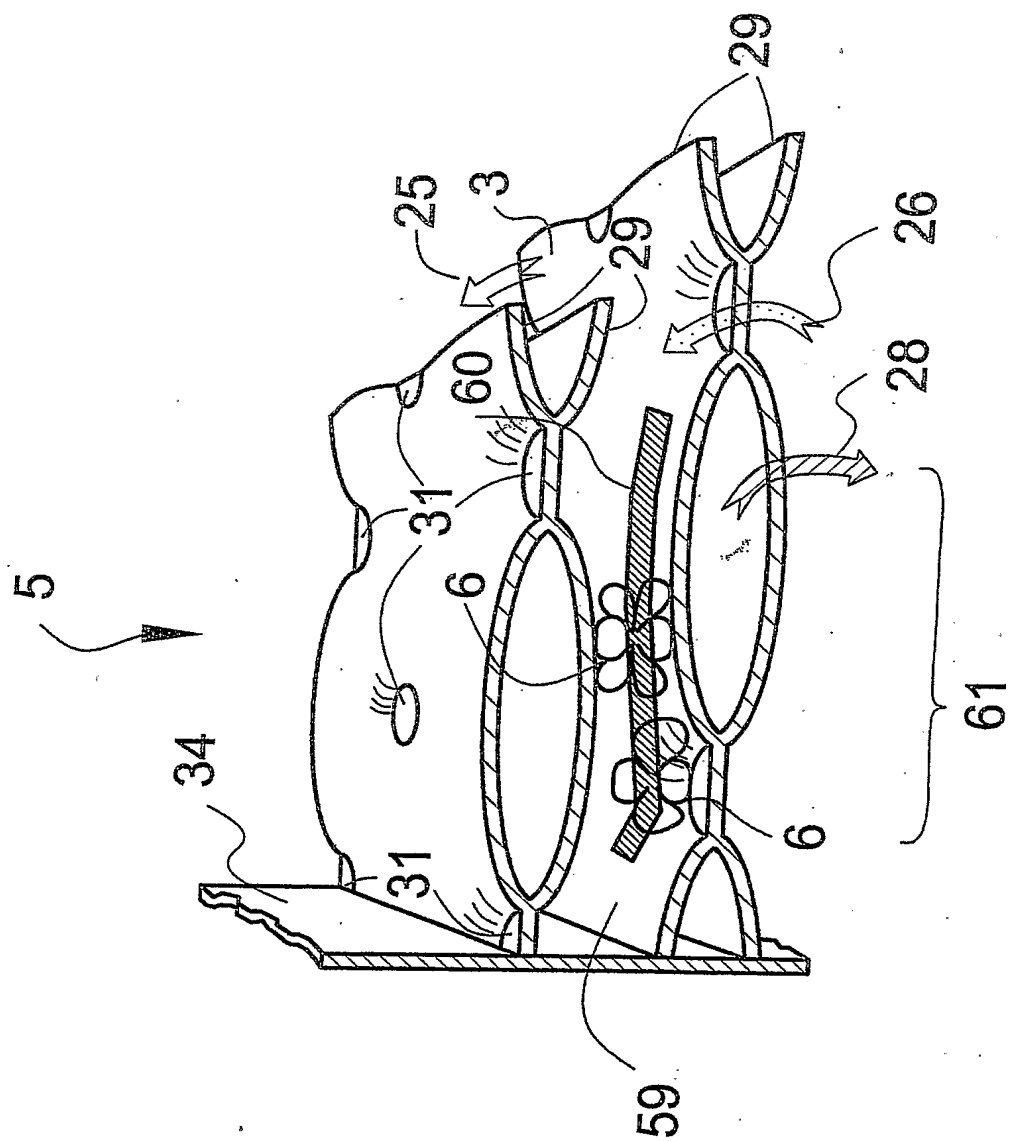
8/9

FIG. 10



9/9

FIG. 11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2005/001116

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B01J8/06 B01J19/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B01J F28F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 2 097 910 A (GAVIN CAL LTD) 10 November 1982 (1982-11-10) cited in the application abstract page 1, line 1 - line 63 figures 1-11	1,5-29
X	GB 1 570 530 A (MIDLAND WIRE CORDAGE CO LTD ELLIS S R M; BOTT T R) 2 July 1980 (1980-07-02) cited in the application page 1, line 1 - line 49; figures 1-5	1,5-29
X	WO 90/06175 A1 (CITTEN FLUID TECHNOLOGY LIMITED) 14 June 1990 (1990-06-14) abstract page 1 figures 1,3,5,8	1,5-29



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 March 2005

Date of mailing of the international search report

28 JUN

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Thomasson, P

EP2005/001116

Continuation of II.2

Claims: 2-4

The parameters described in claims 2 and 3 (heat-pressure quotients) do not permit a meaningful comparison with the prior art: these parameters were measured at blank tube velocities and by a special test method. In the given context the use of these parameters necessarily appears to entail a lack of clarity within the meaning of PCT Article 6. It is impossible to compare the parameters selected by the applicant with the relevant disclosure in the prior art. The lack of clarity is such that a meaningful and complete search becomes impossible. Therefore, the search was limited to claims 1 and 5-29.

The applicant is advised that claims relating to inventions in respect of which no international search report has been established normally cannot be the subject of an international preliminary examination (PCT Rule 66.1(e)). In its capacity as International Preliminary Examining Authority the EPO generally will not carry out a preliminary examination for subjects that have not been searched. This also applies to cases where the claims were amended after receipt of the international search report (PCT Article 19) or where the applicant submits new claims in the course of the procedure under PCT Chapter II. After entry into the regional phase before the EPO, however, an additional search can be carried out in the course of the examination (cf. EPO Guidelines, Part C, VI, 8.5) if the deficiencies that led to the declaration under PCT Article 17(2) have been remedied.

The International Searching Authority has determined that this international application contains multiple (groups of) inventions, namely

1. Claims 1-29

reactor and method with a solid catalyst and with a heat exchanger, the casing of the heat exchanger having at least one insert.

2. Claims 30, 31

diverse products and use comprising or based on an oxidized hydrocarbon product according to one of claims 26 to 29.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/001116

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 2097910	A	10-11-1982	DE 3262273 D1 EP 0061154 A2 ES 8308998 A1 NO 820892 A ,B, US 4481154 A	28-03-1985 29-09-1982 16-12-1983 21-09-1982 06-11-1984
GB 1570530	A	02-07-1980	US 4201736 A GB 1596725 A	06-05-1980 26-08-1981
WO 9006175	A1	14-06-1990	AT 96052 T AU 4750190 A CA 2004008 A1 DE 68910133 D1 DE 68910133 T2 EP 0445203 A1 GB 2243795 A ,B JP 4503919 T US 5194231 A	15-11-1993 26-06-1990 28-05-1990 25-11-1993 05-05-1994 11-09-1991 13-11-1991 16-07-1992 16-03-1993

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/001116

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B01J8/06 B01J19/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B01J F28F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^a	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB 2 097 910 A (GAVIN CAL LTD) 10. November 1982 (1982-11-10) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Seite 1, Zeile 1 - Zeile 63 Abbildungen 1-11	1,5-29
X	GB 1 570 530 A (MIDLAND WIRE CORDAGE CO LTD ELLIS S R M; BOTT T R) 2. Juli 1980 (1980-07-02) in der Anmeldung erwähnt Seite 1, Zeile 1 - Zeile 49; Abbildungen 1-5	1,5-29
X	WO 90/06175 A1 (CITTEN FLUID TECHNOLOGY LIMITED) 14. Juni 1990 (1990-06-14) Zusammenfassung Seite 1 Abbildungen 1,3,5,8	1,5-29



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

^a Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

31. März 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

28.06.05

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Thomasson, P

Feld II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
2. ☒ Ansprüche Nr. 2-4
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
siehe BEIBLATT PCT/ISA/210
3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

Feld III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4. ☒ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:
1 - 29

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.
- ☐ Die Zahlung zusätzlicher Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Fortsetzung von Feld II.2

Ansprüche Nr.: 2-4

Die in den Ansprüchen 2 und 3 beschriebenen Parameter (Wärmedruckquotienten) erlauben keinen sinnvollen Vergleich mit dem Stand der Technik: diese Parameter wurden bei bestimmten Leerrohrgeschwindigkeiten und nach einem speziellen Testverfahren gemessen. Die Verwendung von diesen Parametern muss im gegebenen Zusammenhang als Mangel an Klarheit im Sinne von Artikel 6 PCT erscheinen. Es ist unmöglich, die vom Anmelder gewählten Parameter mit dem zu vergleichen, was der Stand der Technik hierzu offenbart. Der Mangel an Klarheit ist dergestalt, dass er eine sinnvolle vollständige Recherche unmöglich macht. Daher wurde die Recherche beschränkt auf der Ansprüche 1 und 5-29.

Der Anmelder wird darauf hingewiesen, dass Patentansprüche auf Erfindungen, für die kein internationaler Recherchenbericht erstellt wurde, normalerweise nicht Gegenstand einer internationalen vorläufigen Prüfung sein können (Regel 66.1(e) PCT). In seiner Eigenschaft als mit, der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde wird das EPA also in der Regel keine vorläufige Prüfung für Gegenstände durchführen, zu denen keine Recherche vorliegt. Dies gilt auch für den Fall, dass die Patentansprüche nach Erhalt des internationalen Recherchenberichtes geändert wurden (Art. 19 PCT), oder für den Fall, dass der Anmelder im Zuge des Verfahrens gemäss Kapitel II PCT neue Patentansprüche vorlegt. Nach Eintritt in die regionale Phase vor dem EPA kann jedoch im Zuge der Prüfung eine weitere Recherche durchgeführt werden (Vgl. EPA-Richtlinien C-VI, 8.5), sollten die Mängel behoben sein, die zu der Erklärung gemäss Art. 17 (2) PCT geführt haben.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-29

Reaktor und Verfahren mit einem Feststoffkatalysator und mit einem Wärmetauscher wobei das Gehäuse des Wärmetauschers mindestens einen Einsatz aufweist.

2. Ansprüche: 30, 31

Diverse Produkten und Verwendung beinhaltend oder basierend auf einem oxidierten Kohlenwasserstoffprodukt nach einem der Ansprüche 26 bis 29.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/001116

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2097910	A	10-11-1982	DE	3262273 D1	28-03-1985
			EP	0061154 A2	29-09-1982
			ES	8308998 A1	16-12-1983
			NO	820892 A ,B,	21-09-1982
			US	4481154 A	06-11-1984

GB 1570530	A	02-07-1980	US	4201736 A	06-05-1980
			GB	1596725 A	26-08-1981

WO 9006175	A1	14-06-1990	AT	96052 T	15-11-1993
			AU	4750190 A	26-06-1990
			CA	2004008 A1	28-05-1990
			DE	68910133 D1	25-11-1993
			DE	68910133 T2	05-05-1994
			EP	0445203 A1	11-09-1991
			GB	2243795 A ,B	13-11-1991
			JP	4503919 T	16-07-1992
			US	5194231 A	16-03-1993
